

The article deals with theoretical study of the operation mode and basic parameters of a vibration press equipped with vibration table unit with two vibration exciters of the circular vibration and stiff-plastics limiters. The conducted study has been used as a basis for the development of the simple and reliable construction of the vibration press equipped with vibration table unit that performs vertically directed vibrations with press-tool die and that provides an effective compression of the powder mix.

**Key words:** operation mode, vibration press, metal powder, stiff-elastic limiter.

УДК 621.983

**В. І. СТЕБЛЮК**, докт. техн. наук, проф., НТУУ «ХП», Київ,  
**М. В. ОРЛЮК**, канд. техн. наук, доц., НТУУ «ХП», Київ,  
**О. В. ХОЛЯВІК**, асистент, НТУУ «ХП», Київ.

### ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРИ ВИТЯГУВАННІ КОРОБЧАСТИХ ДЕТАЛЕЙ ІЗ ЗАГОТОВОК, РОЗРАХОВАНИХ МЕТОДОМ ПОТЕНЦІАЛУ

Розглянуто витягування порожнистих виробів, які не мають осової симетрії. Наведені результати аналізу напружено-деформованого стану заготовки при витягуванні порожнистих виробів прямокутних у плані. Встановлено, що при використанні заготовок, форма і розміри яких розраховані за допомогою методу потенціалу відбувається суттєве зменшення розтягуючих напружень та критерію руйнування у небезпечному перерізі.

**Ключові слова:** витягування, коробчасті вироби, моделювання, “зворотне” витягування, “обернений” процес, метод потенціалу, оптимальна форма заготовки, розрахунок заготовки, проміжні переходи.

**Вступ.** На даний час не існує єдиного загального методу визначення розмірів і форми заготовки для витягування деталей коробчастої форми. У довідковій літературі наведено велику кількість рекомендацій різних авторів [1–4], що базуються на різноманітних припущеннях. До того ж алгоритм розрахунку та побудови заготовок відрізняється не лише у різних авторів, але і в межах рекомендацій одного автора в залежності від відносних розмірів деталей (рис. 1).

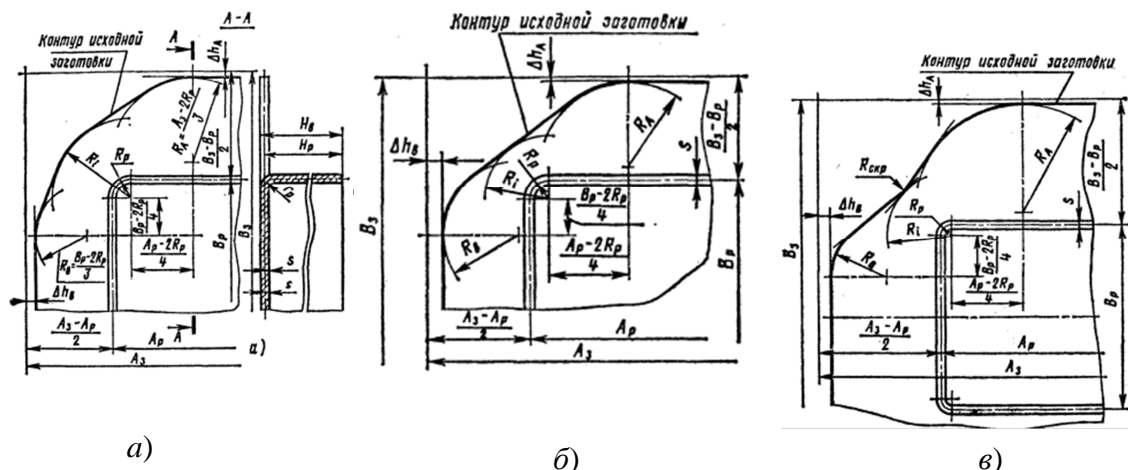


Рис. 1 – Варіанти побудови профілю кута заготовки для витягування низьких прямокутних коробок по Рудману Л.І. [4]: а – при  $R > 0,54(h + 1,57r)$  – випуклий контур; б – при  $R = 0,54(h + 1,57r)$  – пряма лінія; в – при  $R < 0,54(h + 1,57r)$  – увігнутий контур.

Однак, навіть при суворому дотриманні всіх рекомендацій не можливо одразу отримати раціональну форму заготовки. На практиці доводиться поетапно корегувати розміри і форму заготовки, а іноді і робочого інструменту, методом «проб і помилок», що потребує значних матеріально-технічних, часових, а відповідно і економічних затрат. Тому розраховану таким чином заготовку слід розглядати як перше наближення до її раціональної форми та розмірів.

© В. І. Стеблюк, М. В. Орлюк, О. В. Холявік, 2012

На даний час існує велика потреба у деталях коробчастої форми: газові лічильники, корпуси приладів, що забезпечують непроникність при значному зовнішньому тиску і температурі, екрануючу здатність від електромагнітного випромінювання та ін. Тому задача створення більш досконалого методу розрахунку форми і розмірів заготовки для витягування коробчастих виробів залишається актуальною.

Для вирішення цієї задачі нами було застосовано спосіб визначення форми і розмірів заготовки для витягування коробчастих деталей моделюванням пластичної течії металу в процесі формоутворення плоскою течією нестисненої ідеальної рідини [5]. Форма заготовки і контур зовнішнього краю в різні моменти витягування визначаються положенням матеріальних точок, які мають одночасно підійти до краю матриці в завершальний момент витягування.

Задача визначення їх положення зводиться до розв'язку рівняння Лапласа для обтікання контуру матриці потоком рідини з плоским потенціальним полем швидкості. З урахуванням жорстких (пружних) зон на ділянках заготовки, що примикають до прямолінійних відрізків контуру матриці.

Аналогічний за змістом підхід до моделювання пластичної течії в процесах обробки металів тиском плоским потенціальним полем течії ідеальної рідини використовував у своїх роботах Г.Я. Гун [6]. При наявності жорстких зон розглядались розривні поля швидкості.

**Метою роботи** було визначення розподілу параметрів напружено-деформованого стану при витягуванні коробчастих деталей із заготовок, розрахованих методом потенціалу, та порівняння їх з тими ж показниками для коробок виготовлених із заготовок, розрахованих існуючими (традиційними) методами.

**Результати досліджень.** В даній роботі виконано моделювання витягування коробчастого виробу (рис. 2) із заготовки форма і розміри якої визначені за допомогою запропонованого нами методу [7] (рис. 3) та із заготовки, яка розрахована одним із традиційних методів [1] (рис. 4).

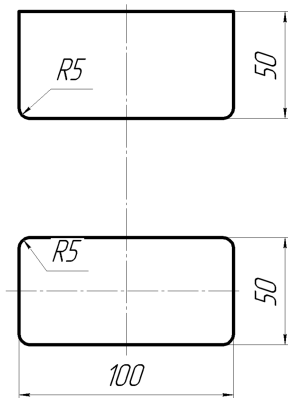


Рис. 2 – Креслення коробки

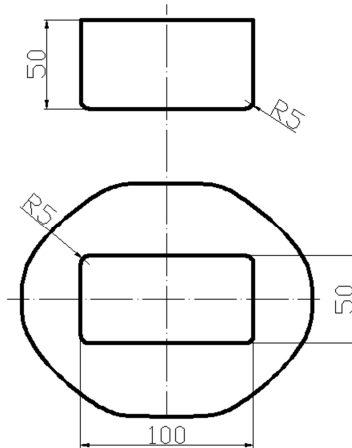


Рис. 3 – Заготовка, отримана за допомогою методу потенціалу

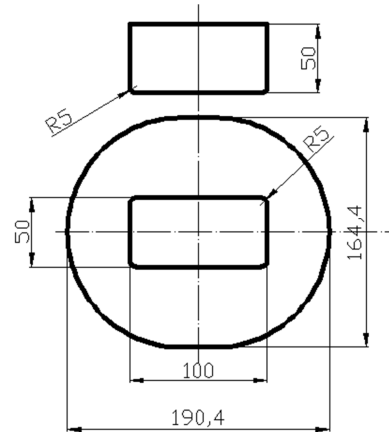


Рис. 4 – Заготовка, отримана за допомогою інженерного методу

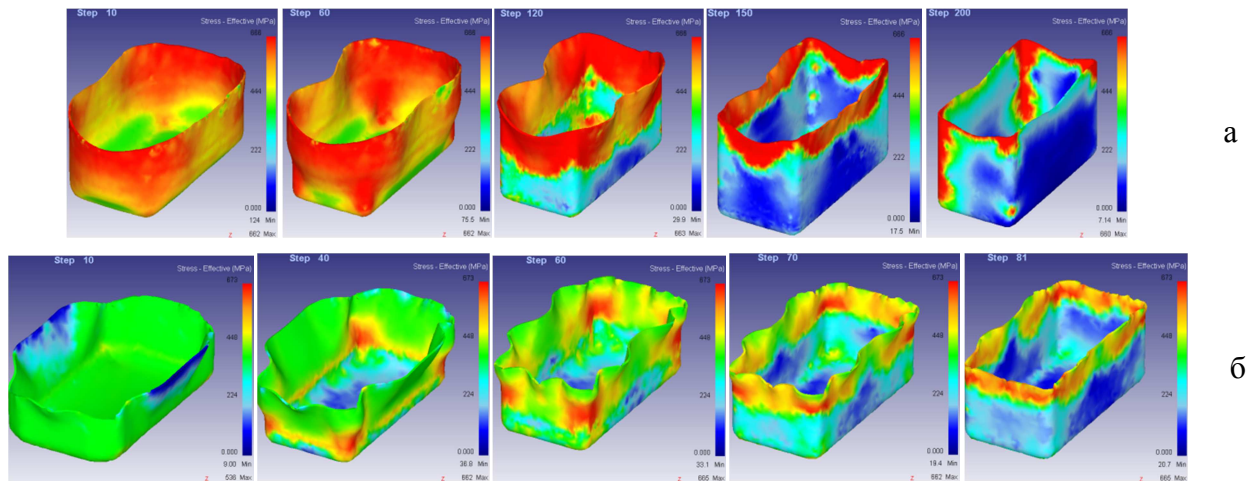


Рис. 5 – Зміна інтенсивності напружень при витягуванні коробки: а – із заготовки розрахованої інженерним методом [1], б – із заготовки розрахованої методом потенціалу

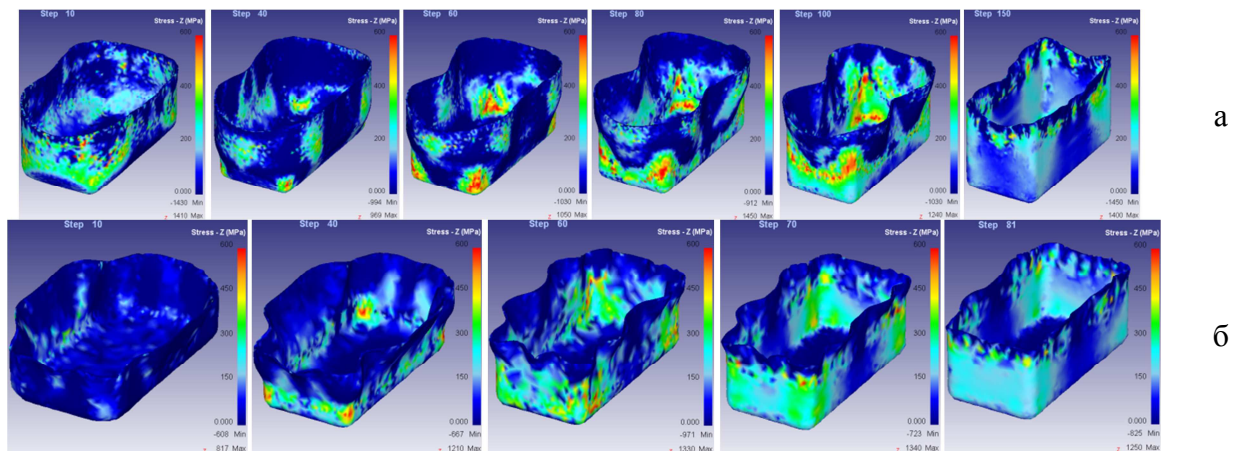


Рис. 6 – Зміна розтягуючих напружень при витягуванні коробки: а – із заготовки розрахованої інженерним методом [1], б – із заготовки розрахованої методом потенціалу

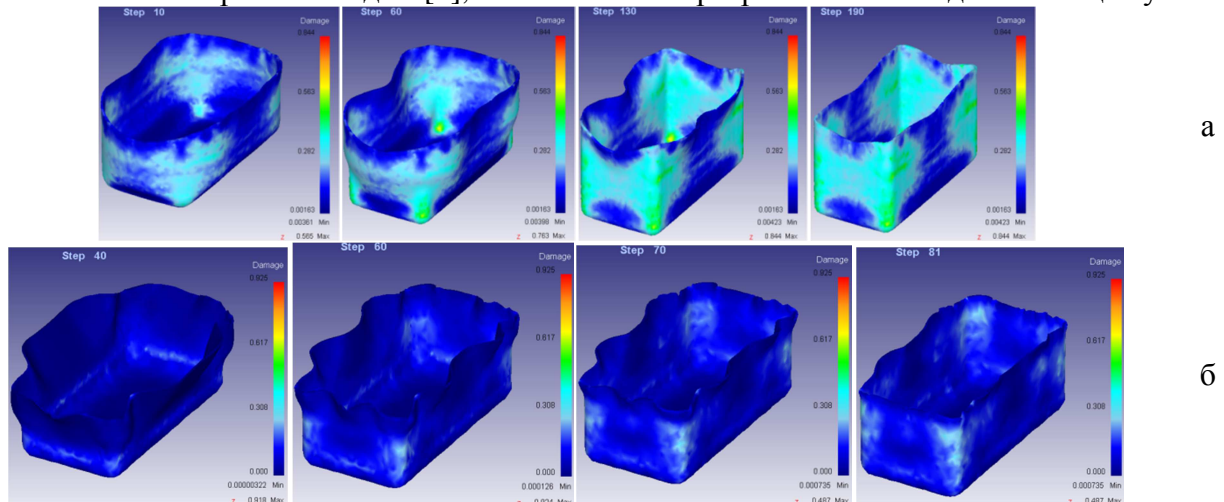


Рис. 7 – Зміна критерію руйнування при витягуванні коробки: а – із заготовки розрахованої інженерним методом [1], б – із заготовки розрахованої методом потенціалу

В роботі [7] побудова раціональної заготовки виконана для витягування коробчастих деталей з використанням методу потенціалу швидкості ідеальної нестисканої рідини, що витікає від контуру матриці і границі жорстких зон у зворотному напрямку.

Результати моделювання витягування коробчастого виробу наведені на рис. 5-7.

Як видно з рис. 5-7, застосування заготовки, розрахованої методом потенціалу, дозволяє отримати зменшення розтягуючих напружень на 11%, зниження критерію руйнування на 42%, розподіл ореолу максимальної інтенсивності напружень має значно кращу картину у процесі витягування коробки. Крім того використання саме такої заготовки дозволяє отримати значно кращу форму витягнутого коробчастого виробу. Таким чином форма заготовки, розміри якої отримані методом потенціалу може вважатись кращим наближенням до оптимальної форми заготовки для витягування порожнистих коробчастих виробів.

**Висновки.** Результати дослідження підтверджують, що застосування заготовки, розрахованої нашим методом, призводить до меншого ореолу розподілу максимальної інтенсивності напружень, зниження на третину розтягуючих напружень та критерію руйнування у небезпечному перерізі, що відкриває простір для інтенсифікації процесу витягування коробчастих виробів. Однак при моделюванні виявилось, що метод також не досконалий, що пояснюється тим, що теоретична модель процесу дещо відрізняється від результатів моделювання. І хоча форма і розміри заготовки, визначені за допомогою методу потенціалу, підлягають наступній корекції, але запропонований нами метод є кращим і більш універсальним ніж існуючі. Крім того він є менш трудомістким і не потребує визначення такої великої кількості параметрів, як існуючі методи [1-4].

**Список літератури.** 1. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с., ил. 2. Вайнтрауб Д.А., Технологические расчеты при вытяжке высоких прямоугольных деталей. – Л.: Ленинградский дом научно-технической пропаганды, 1969. 3. Руководящий технический материал. РТМ 34-65. Штампы для холодной листовой штамповки. Расчеты и конструирование, – М.: ВНИИНМАШ, Издательство стандартов, 1966. 4. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка /Под общ. ред. Л.И. Рудмана. – М.: Машиностроение, 1988. – 496 с.: ил. – (Б-ка конструктора). 5. Жарков В.А. Кинематика течения фланца заготовки / В.А. Жарков // М.: Известия вузов. Машиностроение №11, 1975р., 135-139. 6. Гун Г.Я. Пластическое формоизменение металлов / Г.Я. Гун, П.И. Полухин, В.П. Полухин и др. // М.: Издательство «Металлургия», 1968. – 420 с. 7. Стеблюк В.І. Побудова контуру заготовки на основі математичної моделі процесу витягування порожнистих виробів коробчастої форми / Стеблюк В.І., Холявік О.В. // Обработка материалов давлением №1 (20), 2009, 63-66.

Надійшла до редколегії 27.10.2012

УДК 621.983

**Визначення параметрів напружено-деформованого стану при витягуванні коробчастих деталей із заготовок, розрахованих методом потенціалу / Стеблюк В. І., Орлюк М. В., Холявік О. В. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2012. – №46(952). – С. 98-101. – Библиогр.: 7 назв.**

Рассмотрена вытяжка пустотелых изделий, которые не имеют осевой симметрии. Представлены результаты анализа напряженно-деформированного состояния заготовки при вытяжке пустотелых изделий прямоугольных в плане. Определено, что при использовании заготовок, форма и размеры которых рассчитаны с помощью метода потенциалов происходит существенное снижение растягивающих напряжений и критерия разрушения в опасном сечении.

**Ключевые слова:** вытяжка, коробчатые изделия, моделирование, “обратная” вытяжка, “обратный” процесс, метод потенциалов, оптимальная форма заготовки, расчет заготовки, промежуточные переходы.

The extract of hollow products, which have no axial symmetry, is considered. Resulted analysis of the tense-deformed state of detail at extraction wares box-type. At the use of purveyances, form and sizes of which raschitany the offered method is attain the considerable decline of parameters of the tense-deformed state at extraction of wares box-type.

**Keywords:** extraction, box-type wares, design, “reverse” extraction, “reverse” process, method of potentials, optimum form of preparation, calculation of preparation, intermediate transitions.